



Atty. Dkt. No. 023971-0326

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tatsuomi NAKAYAMA et al.

Title: TRACTION DRIVE ROLLING ELEMENT AND
METHOD OF FORMING THE SAME

Appl. No.: 10/686,590

Filing Date: 10/17/2003

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- Japanese Patent Application No. 2002-302842 filed 10/17/2002.

Respectfully submitted,

Date NOV 21 2003

By Richard L. Schwaab

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5414
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab
Attorney for Applicant
Registration No. 25,479

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 7 日
Date of Application:

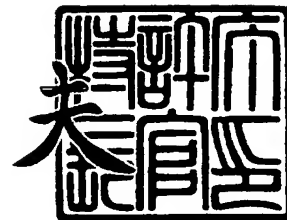
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 0 2 8 4 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 0 2 8 4 2]

出 願 人 日 産 自 動 車 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00752

【提出日】 平成14年10月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16H 15/32

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

 【氏名】 中山 達臣

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

 【氏名】 太田 稔

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

 【氏名】 沼倉 稔

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

 【氏名】 斉藤 衛

【特許出願人】

 【識別番号】 000003997

 【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

 【代表者】 カルロス ゴーン

【代理人】

【識別番号】 100102141

【弁理士】

【氏名又は名称】 的場 基憲

【電話番号】 03-5840-7091

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 061067

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810101

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トラクションドライブ用転動体の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸に沿った中心断面上で輪郭が円弧状を成す転動面を有する転動体に対して、その転動面に微細な凹凸を形成するに際し、回転軸を中心にして転動体を回転させると共に、転動体と溝切り用の工具を同工具が転動面の円弧状輪郭に沿うように相対的に移動させて、転動面に、高低差が最終的に $3\mu\text{m}$ 以下の凹部と凸部を円弧状輪郭に沿う方向に交互に形成し、その後、転動面との接触面積が 25mm^2 以下である砥石を転動面に押付けて、回転軸を中心にして転動体を回転させると共に、転動体と砥石を同砥石が転動面の円弧状輪郭に沿うように相対的に移動させて凸部を成形することを特徴とするトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 2】 転動体が、パワーローラとともにトラクションドライブ式変速機を構成する入力側又は出力側のディスクであることを特徴とする請求項 1 に記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 3】 ディスクの回転軸に沿った中心断面上において、転動面の円弧中心を基準にして、変速比が $1.2:1$ となる角度から ± 15 度の範囲に凹凸を形成することを特徴とする請求項 2 に記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 4】 ディスクの回転軸に沿った中心断面上において、転動面の円弧中心を基準にして、入力側ディスクでは、回転軸に直交する位置から $40\sim 70$ 度の範囲に凹凸を形成し、出力側ディスクでは、回転軸に直交する位置から $55\sim 85$ 度の範囲に凹凸を形成することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 5】 ディスクの回転軸に沿った中心断面上において、転動面の円弧状輪郭に沿ったディスクと工具の相対的な移動距離が、ディスク 1 回転あたり $100\sim 300\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 6】 ディスクの回転軸に沿った中心断面上において、転動面の円

弧中心を基準にして、変速比が 1.2 : 1 となる角度で凹凸の高低差が最大になり、且つ同角度から ± 15 度の位置で凹凸の高低差が $0.5 \mu\text{m}$ 以下となるようにディスクと工具を相対的に移動させることを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 7】 凹凸の高低差を連続的に変化させることを特徴とする請求項 6 に記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 8】 回転軸を中心にして回転するディスクに対して、工具を転動面の円弧状輪郭に沿って回動させることを特徴とする請求項 2 ~ 7 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 9】 ディスクの回転軸に沿った中心断面上において、転動面の円弧中心に対して工具の回動中心を転動面側にオフセットすると共に、転動面の円弧状輪郭の曲率半径に対して、工具の回動半径を小さくしたことを特徴とする請求項 8 に記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 10】 ディスクの回転軸に沿った中心断面上において、先端が曲率半径 $50 \sim 100 \mu\text{m}$ の円弧状を成す工具を用いることを特徴とする請求項 2 ~ 9 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 11】 砥石の押付け力が、 $50 \sim 500 \text{N}$ であることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 12】 砥石を転動面の円弧状輪郭に沿って揺動させることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 13】 転動面に接触する突部を 2 個以上有する砥石を用いることを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 14】 砥石の揺動中心を基準にして両側の突部の中心線同士が成す挟角を砥石の揺動角度と同じ角度から -10 度までの範囲としたことを特徴とする請求項 13 に記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 15】 転動面との接触面積が $4 \sim 16 \text{mm}^2$ である砥石を用いる

ことを特徴とする請求項 1～14 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 16】 転動面と砥石との接触点における転動面の平均周速度を $25 \sim 350 \text{ m/min}$ とし、砥石の揺動速度を $5 \sim 100 \text{ サイクル/min}$ とすることを特徴とする請求項 12～15 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 17】 転動体に接触する凸部の圧縮弾性率が 1 GPa 以上である砥石を用いることを特徴とする請求項 1～16 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 18】 粒度が $\#1000$ よりも細粒である砥石を用いることを特徴とする請求項 1～17 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 19】 転動面と砥石の接触点における転動面の周速度が一定となるように、砥石の移動位置に合わせて転動面の回転速度を連続的に変化させることを特徴とする請求項 1～18 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 20】 転動面に砥石を押付けて加工する際に、転動面の最表面からの除去高さを $5 \mu\text{m}$ 以下とすることを特徴とする請求項 1～19 のいずれかに記載のトラクションドライブ用転動体の製造方法。

【請求項 21】 請求項 1～20 のいずれかに記載の製造方法により製造したことを特徴とするトラクションドライブ用転動体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば自動車のトラクションドライブ式変速機を構成するディスクやパワーローラ等の転動体の製造方法に関し、より詳しくは、転動体のうちトラクションオイルを介して動力伝達を行うディスクにおける転動面の改善を実現したトラクションドライブ用転動体の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

トラクションドライブ用転動体としては、例えば特開 2 0 0 2 - 8 9 6 4 4 号公報に記載されているものがある。同公報に記載された転動体は、転動面に微細な凹凸を形成することにより、トラクション特性の向上などを実現したものである。また、転動面の微細な凹凸は、ラッピングによって台形状や三角形などの形状に成形していた。

【0 0 0 3】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記したように転動面に微細な凹凸を有する転動体では、確かにトラクション特性を向上させることができるが、凸部の角部（凹部の開口端部）で発生する高いエッジ応力のために、相手側となるディスク又はパワーローラの転動面に高い応力が発生し、これにより転動面の耐久性能が損なわれる恐れがあった。また、微細な凸部にクラウニング等の成形をする場合、通常考えられる砥粒が混ざったラップテープや砥石などを転動面に擦りつけることとなるが、この場合、凸部の角部を曲面状に成形することが難しく、凸部の成形ひいては転動体の生産に長い時間を要するなどの問題点があった。

【0 0 0 4】**【発明の目的】**

本発明は、上記従来の状況に鑑みて成されたもので、転動体の転動面に微細な凹凸を形成した後、所定の砥石を用いて凸部を成形することにより、トラクション特性及び耐久性能の向上を実現することができると共に、その転動体を効率良く生産することができるトラクションドライブ用転動体の製造方法を提供することを目的としている。

【0 0 0 5】**【課題を解決するための手段】**

本発明のトラクションドライブ用転動体の製造方法は、回転軸に沿った中心断面上で輪郭が円弧状を成す転動面を有する転動体に対して、その転動面に微細な凹凸を形成するに際し、回転軸を中心にして転動体を回転させると共に、転動体と溝切り用の工具を同工具が転動面の円弧状輪郭に沿うように相対的に移動させ

て、転動面に、高低差が最終的に $3\ \mu\text{m}$ 以下の凹部と凸部を円弧状輪郭に沿う方向に交互に形成し、その後、転動面との接触面積が 25mm^2 以下である砥石を転動面に押付けて、回転軸を中心にして転動体を回転させると共に、転動体と砥石を同砥石が転動面の円弧状輪郭に沿うように相対的に移動させて凸部を成形することを特徴としている。

【0006】

【発明の効果】

本発明のトラクションドライブ用転動体の製造方法によれば、転動面に微細な凹凸を有する転動体を製造するに際して、とくに、微細な凸部の角部を曲面状に成形することができ、具体的には凸部に曲率半径が $2\sim10\text{mm}$ の曲面を形成することができる。すなわち、従来のラッピングでは困難であった微細な凸部のクラウニングを良好に行うことができる。これにより、転動体の運転中に凸部の角部で発生するエッジ応力を小さいものにして、転動面で発生するピーリングなどの表面損傷を抑制することが可能になることから、コンパクトな形状でトラクション特性が高く且つ耐久性能に優れた転動体を提供することができる。また、当該製造方法によれば、大きな加工力を与えなくても効率的に凸部の角部を曲面状に成形することができるので、成形装置がコンパクトに構成されると共に、成形時間も短いものとなり、これにより転動体の生産性が高められ、転動体を安価に製造することも可能になる。

【0007】

【実施例】

以下、図面に基づいて、本発明に係わるトラクションドライブ用転動体の製造方法の一実施例を説明する。なお、本発明の製造方法は、その詳細な構成が以下の実施例のみに限定されるものではない。

【0008】

図1に示す転動体としてのディスク1は、パワーローラとともに自動車のトラクションドライブ式変速機を構成するものであって、回転軸Cに沿った中心断面上において、輪郭が円弧状を成す転動面2を有するものである。このディスク1は、図中に転動面2を一部拡大して示すように、転動面2の円弧状輪郭に沿う方

向に微細な凹部 3 a と凸部 3 b が交互に形成してある。これらの凹部 3 a 及び凸部 3 b は、ディスク 1 の全周にわたって連続している。

【0 0 0 9】

上記のディスク 1 を製造するには、その工程を図 2 に示すように、工程 S 1 において鍛造により素材を粗形状に成形し、工程 S 2 において切削によりディスク形状に成形し、工程 S 3 において熱処理を施した後、工程 S 4 において研削により転動面 2 等を成形する。そして、工程 S 5 において溝加工すなわち転動面 2 に微細な凹凸を形成した後、工程 S 6 においてクラウニングすなわち凸部 3 b を成形することにより、ディスク 1 が完成する。

【0 0 1 0】

なお、転動面 2 の表面粗さをより小さくしたい場合には、凸部 3 b を成形した後に超仕上げ工程を追加しても良い。また、凹凸の形成は、転動面 2 の研削の前に行うことも可能であり、さらに、凹凸の高低差を調整するために、研削や切削によって凸部の頂部を除去する工程を追加しても良い。

【0 0 1 1】

図 3 は、ディスク 1 の転動面 2 に微細な凹凸を形成する際に適用可能な装置の一例を説明する図である。図示の装置は、図の左右方向を X 方向、上下方向を Y 方向、及びこれらに直交する方向を Z 方向とすると、X 軸回りに回転駆動される主軸 1 0 と、主軸 1 0 をその軸線方向（X 軸方向）に移動させる主軸テーブル 1 1 を備えると共に、主軸 1 0 に、ディスク 1 を同軸状に保持するチャッキング装置 9 を備えており、保持したディスク 1 を回転軸 C 回り（X 軸回り）に回転させるものとなっている。なお、チャッキング装置 9 は、図 3 ではディスク 1 の中心を保持するものとなっているが、ディスク 1 の外周を保持するものでも良い。

【0 0 1 2】

また、図示の装置は、主軸テーブル 1 1 の近傍に直線テーブル 7 を備えると共に、直線テーブル 7 には、Z 軸回りに回転可能な回転テーブル 6 を Y 軸方向に移動可能に備えている。回転テーブル 6 には、Z 軸に直交する方向を案内方向とする工具移動テーブル 8 が備えてあり、工具移動テーブル 8 には、溝切り用の工具 4 を保持した工具ホルダ 5 が取付けてある。このようにして、当該装置は、回転

テーブル 6 により、工具 4 を転動面 2 の円弧状輪郭に沿って移動（回動）させると共に、工具移動テーブル 8 により、工具 4 を転動面 2 に対して進退させるようになっている。

【0013】

工具 4 は、図 4 に示すように、先端の曲率半径 r_t を $50 \sim 100 \mu m$ の範囲とした CBN 切削工具であり、工具ホルダ 5 に対して着脱可能である。なお、工具 4 は、CBN 切削工具のほか、ダイヤモンドやアルミナなどの切削工具や、同じく CBN、ダイヤモンド又はアルミナなどで形成された研削工具を用いても良い。

【0014】

次に、上記装置を用いて転動面 2 に微細な凹凸を形成する過程を説明する。

まず、工具 4 の高さ調整を行って、ディスク 1 の回転軸 C に沿った中心断面に工具 4 を一致させる。そして、主軸テーブル 11、直線テーブル 7 及び工具移動テーブル 8 を駆動し、必要に応じて工具ホルダ 5 の長さを選択することにより、工具 4 の位置を以下の要領で設定する。

【0015】

図 5 に示すディスク 1 の中心断面において、転動面 2 の円弧中心 O_d 及び円弧の曲率半径 R_d を基準にし、回転軸 C に直交する位置（線 A）から完成後の転動面 2 におけるトラクションドライブの変速比が $1.2 : 1$ となる位置（線 B）までの角度を θ_d とする。

【0016】

また、形成しようとする凹凸の高低差を δ とし、変速比が $1.2 : 1$ となる位置（線 B）において、回転テーブル 6 の回転中心 O_t を転動面 2 の円弧中心 O_d から δ 分だけ転動面 2 側にオフセットし、さらに、回転テーブル 6 の回転中心 O_t から工具先端までの寸法、すなわち工具 4 の回動半径 R_t が $R_t = \{ (R_d \sin 15^\circ)^2 + (R_d \cos 15^\circ - \delta)^2 \}^{1/2}$ となるように設定する。なお、当該製造方法では、転動面 2 に形成する凹凸の高低差 δ が最終的に $3 \mu m$ 以下となるようにする。

【0017】

上記のように、転動面 2 の円弧中心 O_d に対して、回転テーブル 2 の回転中心 O_t すなわち工具 4 の回動中心を転動面 2 側にオフセットすると共に、工具 4 の回転半径 R_t を設定することにより、転動面 2 の円弧の曲率半径 R_d よりも工具 4 の回転半径 R_t が小さくなる。このため、凹凸の形成前においては、図 5 に示す如く工具 4 をディスク 1 の小径側（若しくは大径側）に移動させておけば、工具 4 が転動面 2 に接触することはない。

【0018】

そして、主軸 10 によりディスク 1 を回転させると共に、図 5 中に矢印で示すように、工具 4 を転動面 2 の円弧状輪郭に沿って移動させることにより、転動面 2 に、高低差が $3\ \mu\text{m}$ 以下の凹部 3 a と凸部 3 b を円弧状輪郭に沿う方向に交互に形成する。

【0019】

このとき、当該製造方法では、ディスク 1 回転あたりに工具先端の円弧移動距離が $100 \sim 300\ \mu\text{m}$ となるようにし、この場合、工具 4 を連続移動させて螺旋状に連続する凹凸を形成しても良いし、工具 4 を間欠移動させて同心円状の凹凸を多数形成しても良い。また、ディスク 1 の回転速度は、一定であっても良いが、転動面 2 と工具 4 との接触点における相対速度が例えば $250\ \text{m/min}$ 程度となるように設定すれば、工具 4 の加工状態が一定になるので、工具 4 の摩耗状態が安定する。つまり、図示のようにディスク 1 の小径側から大径側に向けて凹凸を形成する場合には、回転速度を連続的又は段階的に低下させて上記相対速度がほぼ一定になるようにする。

【0020】

このようにして、転動面 2 には、トラクションドライブの変速比が $1.2 : 1$ となる角度 θ_d から ± 15 度の範囲に、微細な凹凸（凹部 3 a と凸部 3 b）が精密に形成される。この際、凹凸は、図 6 に拡大して示すように、高低差が $3\ \mu\text{m}$ 以下であると共に、間隔が $100 \sim 300\ \mu\text{m}$ であって、上記角度 θ_d の位置で高低差が最大になると共に、同角度 θ_d から ± 15 度の位置で高低差が $0.5\ \mu\text{m}$ 以下となるように、高低差が連続的に変化したものとなっている。

【0021】

ここで、トラクションドライブ式変速機のディスクに対して、上記の要領で転動面に凹凸を形成する場合、入力側のディスクと出力側のディスクとでは、凹凸を形成する位置が異なるものとなる。つまり、図7に示すように、トラクションドライブ式変速機では、入力側ディスクIDと出力側ディスクIODの間でパワーローラPを揺動させるので、入力側ディスクIDと出力側ディスクODでは、変速比が1.2 : 1である場合、パワーローラPとの接触位置の角度(θd)が異なることとなり、凹凸の形成範囲を同角度 θd から ± 15 度とした場合、入力側ディスクIDでは40～70度の範囲に凹凸が形成され、出力側ディスクODでは55～85度の範囲に凹凸が形成される。

【0022】

なお、この実施例では、回転テーブル6により、工具4を転動面2の円弧状輪郭に沿って回転させる場合を示したが、直線テーブル7や主軸テーブル11の協働でディスク1と工具4を相対的に移動させることにより、工具4が転動面2の円弧状輪郭に沿って移動するようにしても良く、この場合には、例えば工具4の向きを変速比1.2 : 1の角度 θd に合わせておくのが良い。このようにテーブルの直線移動でディスク1と工具4を相対的に移動させるようにすれば、装置の構造が簡単で安価に構成できるというメリットがある。

【0023】

また、この実施例では、予め所定の寸法及び形状に形成した転動面2に、高低差が3 μ m以下の凹凸を形成した場合を示したが、この高低差は最終的に得られれば良く、本加工の後に3 μ m以下の高低差を得ようとする場合には、最終的に形成される転動面2の最表面位置を想定して同様に加工を行えばよい。つまり、凹凸の高低差を大き目に形成しておき、後述する手段により凸部の頂部を除去することで3 μ m以下の高低差を有する凹凸を得ることとなる。

【0024】

上記のようにディスク1の転動面2に凹凸を形成した後、当該製造方法では、転動面2との接触面積が25 mm²以下である砥石を転動面2に押付け、回転軸Cを中心にしてディスク1を回転させると共に、ディスク1と砥石を同砥石が転動面2の円弧状輪郭に沿うように相対的に移動させて凸部3bを成形する。

【0025】

ここで、従来の製造方法では、先に述べたようにラッピングによって凸部の形状をコントロールしていたが、断面が曲面となるディスクやパワーローラなどの転動面の加工においては、ラッピング用のテープが転動面に馴染み難く、加工が困難である。また、他の方法として、超仕上げ砥石を用いて凸部を成形することが考えられるが、従来の超仕上げ用砥石では、凸部の高さや間隔が数mmレベルと大きい場合には凸部の角部を曲面状に成形することができるが、凸部が微細な場合には凸部の角部を曲面状に形成することが困難である。そこで、本発明では、転動面2との接触面積が 25 mm^2 以下である砥石を用いることとした。

【0026】

図8は、転動面2に凹凸を形成したディスク1に対して、凸部を成形する際に適用可能な装置の一例を説明する図である。図示の装置は、図の左右方向をX方向、上下方向をY方向、及びこれらに直交する方向をZ方向とすると、X軸回りに回転駆動される主軸17を備え、この主軸17に、ディスク1を同軸状に保持するチャッキング装置16を備えており、保持したディスク1を回転軸C回り（X軸回り）に回転させる。なお、チャッキング装置16は、図8ではディスク1の中心を保持するものとしているが、ディスク1の外周を保持するものであっても良い。

【0027】

また、図示の装置は、主軸17近傍に、Z軸回りに回転可能な回転テーブル13を備えると共に、回転テーブル13には、Z軸に直交する方向を案内方向とする砥石移動テーブル15が備えてある。砥石移動テーブル15は、砥石ホルダを兼用するものであって、図9にも示すように先端を円弧状にしたWA砥石14が固定してある。この砥石14は、先端の曲率半径 r を 10 mm とすることで転動面2との接触面積が 25 mm^2 以下になるようにしてある。

【0028】

なお、上記の如く先端の円弧状にした砥石14のほか、図10(a)に示すように、転動面2の円弧に対応する曲率半径 R を有する突部14aを有する砥石14Aや、図10(b)に示すように、同様の突部14aを複数有する砥石14B

を用いることができ、これらの砥石 14 A, 14 B 場合にあっても、転動面 2 に対する突部 14 a の接触総面積を 25 mm^2 以下とする。

【0029】

また、砥石 14 は、より望ましくは、転動面 2 との接触面積を $4 \sim 16\text{ mm}^2$ とし、ディスク 1 に転動体に接触する凸部 3 b の圧縮弾性率が 1 GPa 以上であるものとし、粒度が #1000 よりも細粒であるものとするのが良い。さらに、図 10 (b) に示す如く複数の突部 14 a を有する砥石 14 B の場合には、砥石 14 B の揺動中心 O_w を基準にして両側の突部 14 a, 14 a の中心線同士が成す挟角 θ_w を、砥石 14 B の揺動角度と同じ角度から -10 度までの範囲とするのが良い。

【0030】

そして、上記の装置を用いてディスク 1 における転動面 2 の凸部 3 b を成形するには、砥石 14 の高さ調整を行って、ディスク 1 の回転軸 C に沿った中心断面に砥石 14 を一致させた後、図示しないスプリングや油圧又は空気圧の作用により砥石 14 をディスク 1 の転動面 2 に押付けた状態にし、主軸 17 によりディスク 1 を回転させると共に、回転テーブル 13 により砥石 14 を転動面 2 の円弧状輪郭に沿って回動させる。

【0031】

このとき、当該製造方法では、転動面 2 に対する砥石 14 の押付け力を $50 \sim 500\text{ N}$ とし、突部 14 a を有する砥石 14 A, 14 B においては突部一箇所当たりの押付け力を $50 \sim 500\text{ N}$ とし、転動面 2 と砥石 14 の接触点における平均周速度が $25 \sim 350\text{ m/min}$ となるようにディスク 1 の回転数を設定する。また、回転テーブル 13 を往復回動させることで砥石 14 が揺動するようにし、この際の揺動数を $5 \sim 100\text{ サイクル/min}$ としている。

【0032】

好ましくは、押付け力を 100 N 、転動面 2 と砥石 14 の平均周速度を 70 m/min 、砥石 14 の揺動数を 15 サイクル/min とする。さらに望ましくは、転動面 2 と砥石 14 の接触点における転動面 2 の周速度が一定となるように、砥石 14 の移動位置に合わせて転動面 2 の回転速度を連続的に変化させるように

すると良い。

【0033】

また、先述したように、転動面 2 の凹凸の高低差は最終的に $3\ \mu\text{m}$ 以下になれば良く、前工程において転動面 2 に凹凸を形成する際に、その高低差を大き目に形成しておき、その後、上記した砥石 14 による加工を行う際には、転動面 2 の最表面（凸部 3 b の頂面）からの除去高さを $5\ \mu\text{m}$ 以下とし、これにより凹凸の最終的な高低差を $3\ \mu\text{m}$ 以下とする。

【0034】

なお、当該製造方法では、転動面 2 に形成した凹凸の範囲（図 7 参照）に対して砥石 14 を揺動させれば、微細な凸部 3 b の角部に曲面を成形することができるが、転動面 2 の全面の面粗さを一定にする場合には、揺動範囲を転動面全面とする。また、この実施例では、砥石 14 を回動させるものとしたが、図 8 に示す装置に、図 3 に示す如き主軸テーブル（11）や直線テーブル（7）を加えた構成にすれば、これらのテーブルの協働によりディスク 1 と砥石 14 を相対的に移動させ、実質的に砥石 14 が転動面 2 の円弧状輪郭に沿って回動するようにしても良い。

【0035】

このようにして凸部 3 b を成形すると、高低差が $3\ \mu\text{m}$ 以下の凹凸において、従来に比べて凸部 3 b の角部を曲面状にすることができる。つまり、従来の砥石を用いた場合では、図 11 に示すように凸部 3 b の最表面のみが除去されて、角部に曲面を形成することができないが、本発明の製造方法によれば、図 12 に示すように凸部 3 の角部が曲面状に成形され、具体的には曲率半径が $2\sim 10\text{mm}$ の曲面に成形されて、凸部 3 b の全体の断面形状が滑らかな曲線となる。したがって、ディスク 1 は、転動面 2 の凸部 3 b において、高い応力が発生するエッジ（角部）が無くなるので、相手側の転動面に発生する応力も非常に小さくなり、トラクション特性の向上に加えて耐久性能の向上を実現するものとなる。

【0036】

以上説明してきたように、上記実施例のトラクションドライブ用転動体の製造方法によれば、転動面 2 に微細な凹凸を有するディスク 1 を製造するに際して、

とくに、従来のラッピングでは困難であった微細な凸部 3 b のクラウニング（曲面成形）を良好に行うことができ、転動面 2 で発生するピーリングなどの表面損傷を抑制することが可能になることから、コンパクトな形状でトラクション特性が高く且つ耐久性能に優れたディスク 1 が得られることとなる。

【0037】

また、当該製造方法によれば、大きな加工力を与えなくても効率的に凸部 3 b の角部を曲面状に成形することができるので、成形する装置がコンパクトに構成されると共に、成形時間も短いものとなり、これによりディスク 1 の生産性が高められ、ディスク 1 を安価に製造することも可能になる。

【0038】

さらに、当該製造方法によれば、ディスク 1 の回転軸 C に沿った中心断面上において、転動面 2 の円弧中心を基準にして、変速比が 1.2 : 1 となる角度 θd から ± 15 度の範囲に凹凸を形成したので、とくに、トラクション伝達力が減少する範囲に対して効果的にトラクションの上昇をもたらすことができ、また、凹凸を形成する範囲を限定することによって、加工時間の短縮及び製造コストの低減や、工具の長寿命化及び工具費の低減が可能となる。

【0039】

さらに、転動面 2 において凹凸を形成する範囲として、入力側ディスク ID で 40 度以上とし且つ出力側ディスク OD で 55 度以上とすることで、転動面 2 に発生する剪断応力が過大になるのを防止して、トラクション伝達能力や耐久性に優れたディスクを提供することができ、また、入力側ディスク ID で 70 度以下とし且つ出力側ディスク OD で 85 度以下とすることにより、トラクション伝達の増大を大きく期待できない部位への加工を省略し、製造コストを安く保つことができる。

【0040】

さらに、転動面 2 の円弧状輪郭に沿って工具 4 を移動させる際に、ディスク 1 回転あたりの工具 4 の移動距離を $300\ \mu\text{m}$ 以下とすることにより、トラクション伝達力をより向上させる転動面 2 が得られ、また、同移動距離を $100\ \mu\text{m}$ 以上とすることにより、凹部 3 a の深さ方向のばらつきを大きく許容でき、製造コ

ストの上昇を抑制できる。

【0 0 4 1】

さらに、凹凸の高低差が連続的に変化するように凹凸を形成することで、工具 4 とディスク 1 の相對運動に無駄な動きが生じず、効率的に耐久性能に優れたディスク 1 を加工することができる。

【0 0 4 2】

さらに、回転軸 C を中心にして回転するディスク 1 に対して、工具 4 を転動面 2 の円弧状輪郭に沿って回動させる場合、実施例で説明したように回転テーブル 6 の 1 軸の動きで円弧運動させれば、加工精度に優れることとなる。また、転動面 2 に形成した凹部 3 a が、常に円弧状輪郭と直交、又は直交に近いものとなるので、安定したトラクション特性を有する転動面 2 が得られる。

【0 0 4 3】

さらに、ディスク 1 の回転軸 C に沿った中心断面上において、転動面 2 の円弧中心 O d に対して工具 4 の回動中心を転動面 2 側にオフセットすると共に、転動面 2 の円弧状輪郭の曲率半径 R d に対して、工具 4 の回動半径 R t を小さくしたことにより、転動面 2 に高低差が連続的に変化する微小な凹凸を形成することができる。

【0 0 4 4】

さらに、ディスク 1 の回転軸 C に沿った中心断面上において、先端が曲率半径 5 0 ~ 1 0 0 μ m の円弧状を成す工具 4 を用いたことにより、凹部 3 a の最底部が鈍化されるので、製造されるディスク 1 の応力を緩和し、強度を向上させることができる。また、先端が鋭利な工具を用いた場合に比べて、先端部の摩耗進行が遅く、形成する凹凸の高低が急激に変化することを防止し、安定した品質が得られる。

【0 0 4 5】

さらに、砥石 1 4 の押付け力を突部 1 4 a 一箇所あたりに 5 0 0 N 以下とすることにより、砥石 1 4 に欠けが生じるのを防ぎ、連続生産に良好に対応し得ると共に、転動面にうねりが生じて輪郭精度が低下することを防止する。また、押付け力を 5 0 N 以上とすることで、微細な凹凸形状を有する転動面 2 において、凸

部 3 b の角部に曲面を形成することが可能となる。

【0046】

さらに、砥石 14 を転動面 2 の円弧状輪郭に沿って揺動させることにより、転動面 2 の広範囲にわたって、凸部 3 b の角部に微小な曲面を形成することが可能となる。

【0047】

さらに、転動面 2 に接触する突部 14 a を 2 個以上有する砥石 14 を用いることにより、転動面 2 が広いディスクであっても、砥石 14 とディスク 1 の揺動角を小さくすることができるため、成形する装置をコンパクトに構成することができ、その上、さらに効率的に曲面成形を行うことができる。

【0048】

さらに、複数の凸部 14 a を有する砥石 14 を用いた場合、砥石 14 の揺動中心 O_w を基準にして両側の突部 14 a, 14 a の中心線同士が成す挟角 θ_w を、砥石 14 の揺動角度と同じ角度から -10 度までの範囲であるものとする事により、転動面 2 の全面にわたって微小な凸部 3 b を形成することができ、揺動角に対して突部 14 a の挟角が大きすぎた場合に、砥石 14 のオーバーラップ量が過大となり、転動面 2 の凸部先端を結んだ表面にうねりが生じるのを防止することができる。

【0049】

さらに、転動面 2 との接触面積が $4 \sim 16 \text{ mm}^2$ である砥石 14 を用いることにより、砥石 14 の欠けを防止しながら効率的に凸部 3 の角部に曲面を形成することができ、生産性のさらなる向上を実現し得るものとなる。

【0050】

さらに、転動面 2 と砥石 14 との接触点における転動面の平均周速度を $25 \sim 350 \text{ m/min}$ とし、砥石 14 の揺動速度を $5 \sim 100 \text{ サイクル/min}$ とすることにより、効率良く微小な曲面の成形が行えるようになり、成形時間が短くなって生産性が向上する。また、砥石 14 と転動面 2 との接触時間を短くできるため、転動面 2 において凸部 3 b の頂部を結んだ輪郭線のうねりが小さい精度の良い成形が可能になる。

【0051】

さらに、ディスク 1 に接触する凸部 3 b の圧縮弾性率が 1 GPa 以上である砥石 14 を用いることにより、砥石 14 の先端に設けた突部 14 a の急激な摩耗を抑制することができ、生産性のさらなる向上を実現する。

【0052】

さらに、粒度が #1000 よりも細粒である砥石 14 を用いることにより、凸部 3 b の角部に曲率半径 2 ~ 10 mm の曲面を形成すると同時に、その凸部 3 b の面粗さを最大粗さで 0.2 μ m 以下の小さいものにすることが可能となり、これにより、トラクションドライブ運転中の転動面の表面損傷を防止し、耐久性能に優れたディスク 1 を提供することができる。

【0053】

さらに、転動面 2 と砥石 14 の接点における転動面 2 の周速度が一定となるように、砥石 14 の移動位置に合わせて転動面 2 の回転速度を連続的に変化させるようにすれば、成形した凸部 3 b の面粗さが転動面全体でほぼ均一となり、ディスク 1 の品質がより安定したものとなる。

【0054】

さらに、転動面 2 に砥石 14 を押付けて加工する際、転動面 2 の最表面（凸部 3 b の頂面）からの除去高さを 5 μ m 以下とすれば、効率良く微細な曲面の加工を行うことができ、加工時間が短くなるとともに生産性も高められる。また、転動面 2 と砥石 14 との接触時間を短くすることができるので、転動面 2 の凸部 3 b の頂面を結んだ輪郭線のうねりが小さい高精度の加工が可能となる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の製造方法により製造した転動体であるディスクを説明する断面図である。

【図 2】

本発明の製造方法を含むディスクの製造過程を説明するブロック図である。

【図 3】

転動面に凹凸を形成する装置を説明する断面平面図である。

【図 4】

工具を説明する平面図である。

【図 5】

転動面に凹凸を形成する際の工具の位置設定を説明する平面図である。

【図 6】

転動面に形成した凹凸を拡大して示す平面図である。

【図 7】

入力側ディスク及び出力側ディスクにおける凹凸の形成範囲を説明する図である。

【図 8】

転動面に形成した凹凸の凸部を成形する装置を説明する平面断面図（a）及び側面図（b）である。

【図 9】

砥石を説明する平面図（a）及び側面図（b）である。

【図 1 0】

砥石の他の形状例を説明する各々平面図（a）（b）である。

【図 1 1】

従来の製造方法により得た転動面の凹凸の断面形状を示す図である。

【図 1 2】

本発明の製造方法により得た転動面の凹凸の断面形状を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ディスク（転動体）
- 2 転動面
- 3 a 凹部
- 3 b 凸部
- 4 工具
- 1 4 砥石
- C 回転軸
- I D 入力側ディスク

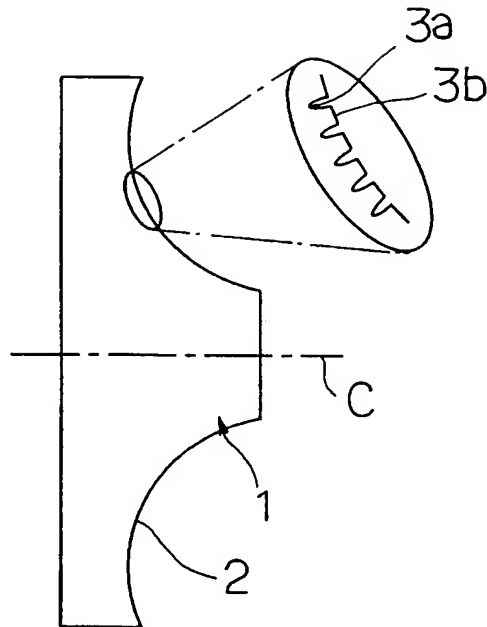
OD 出力側ディスク

P パワーローラ

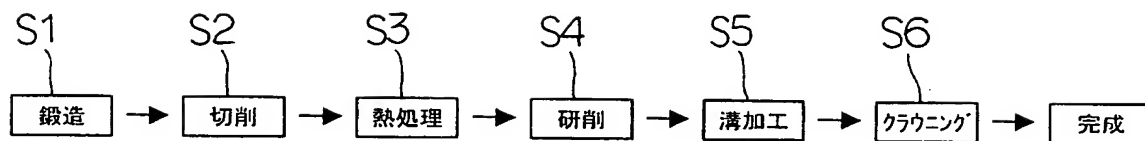
【書類名】

図面

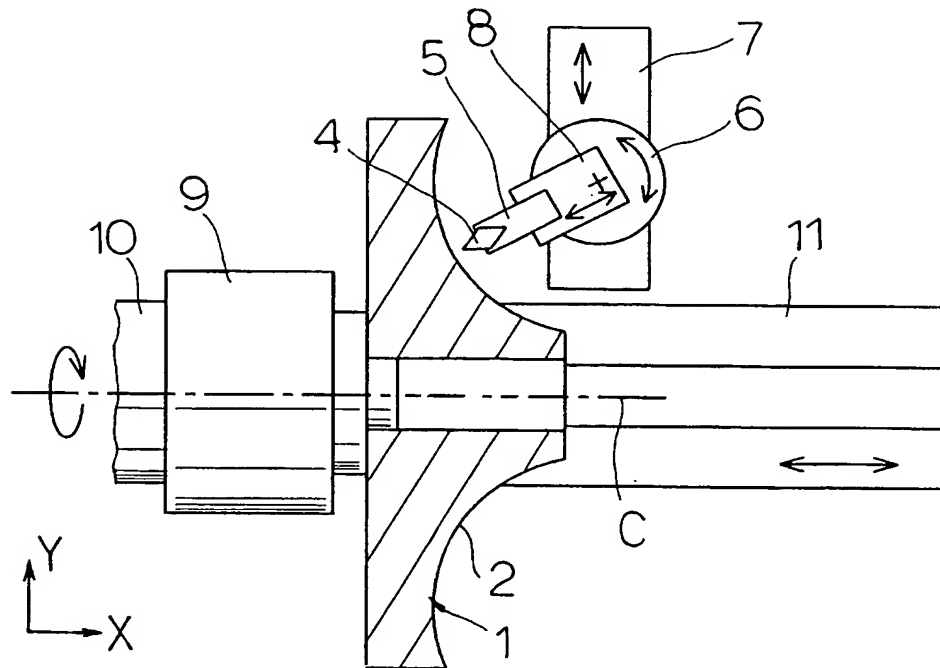
【図 1】



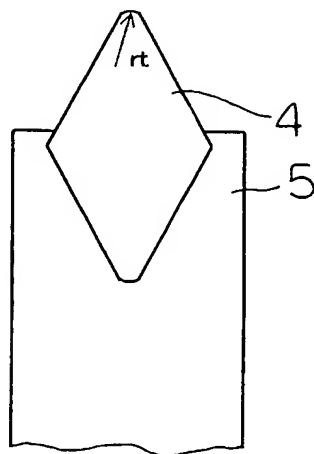
【図 2】



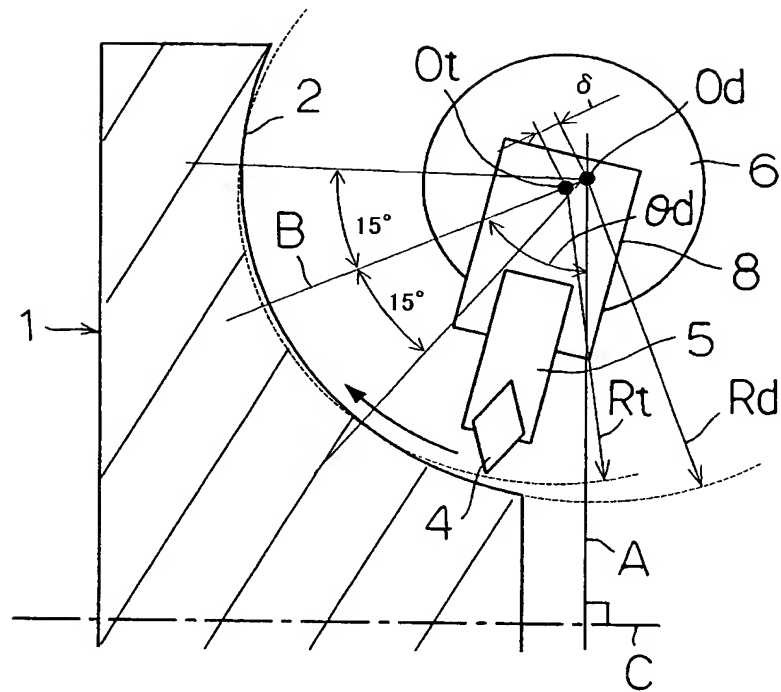
【図 3】



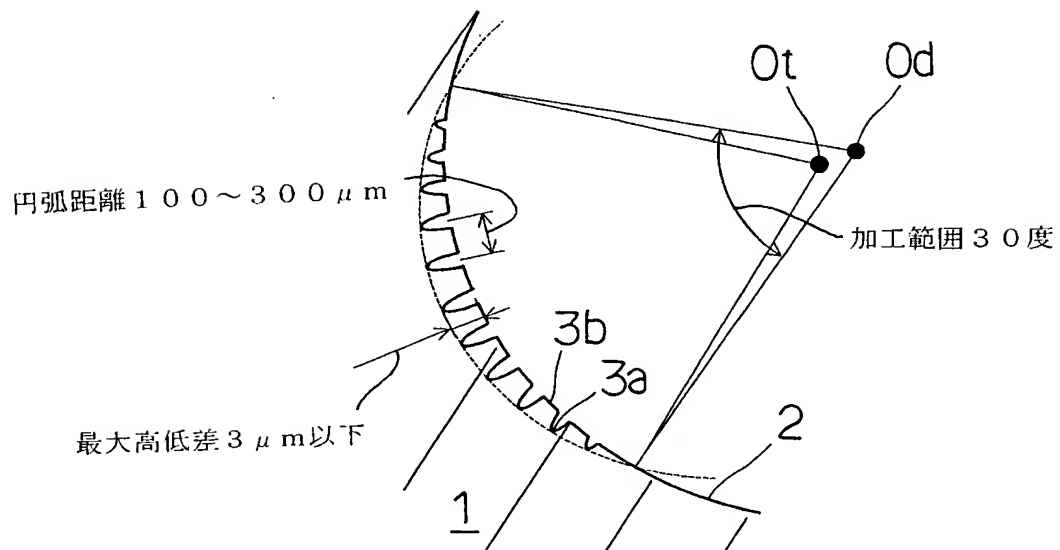
【図 4】



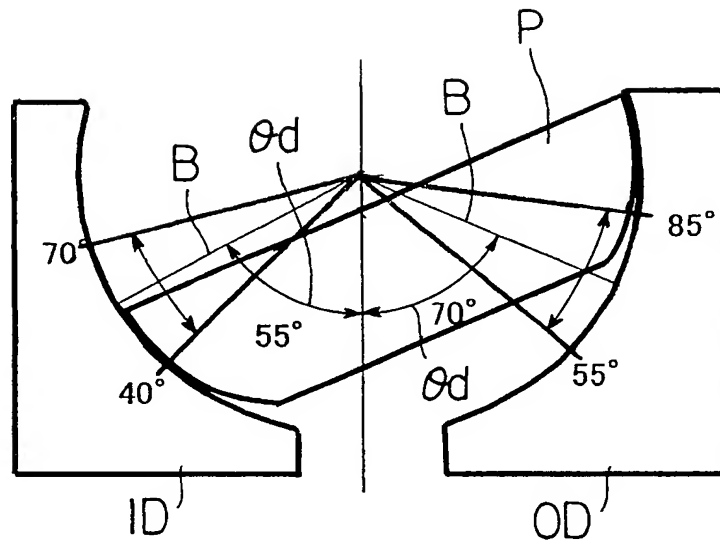
【図 5】



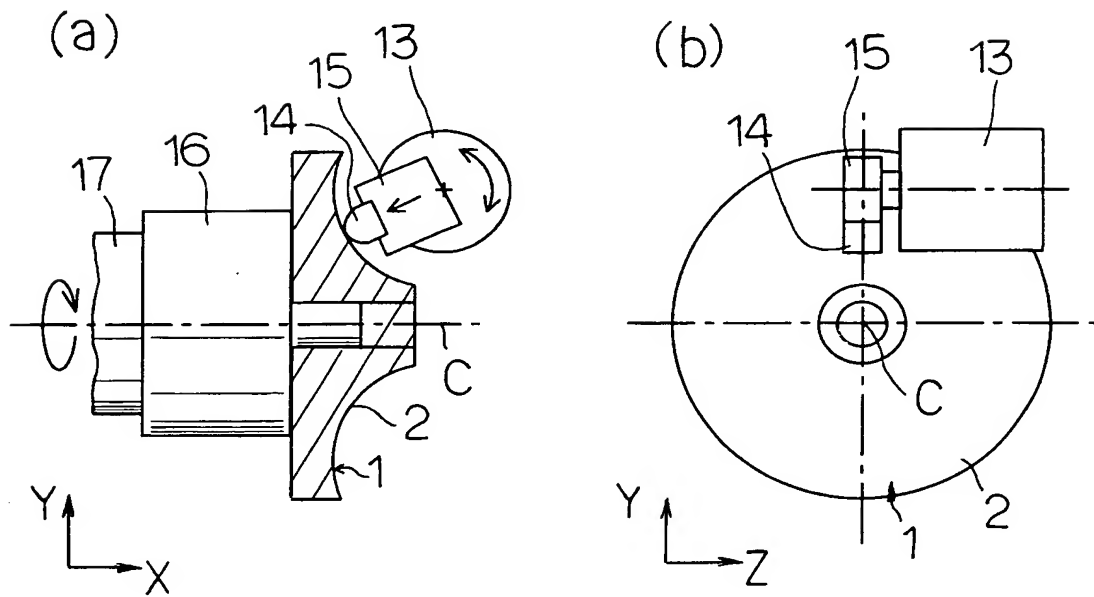
【図 6】



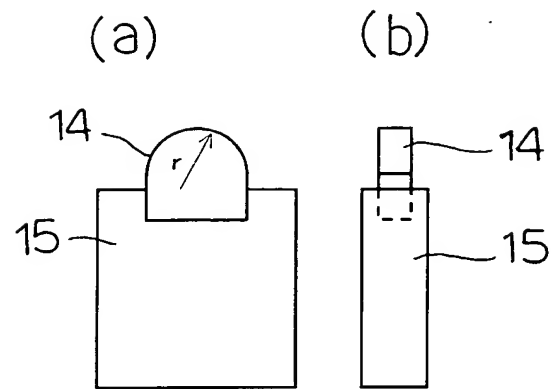
【図 7】



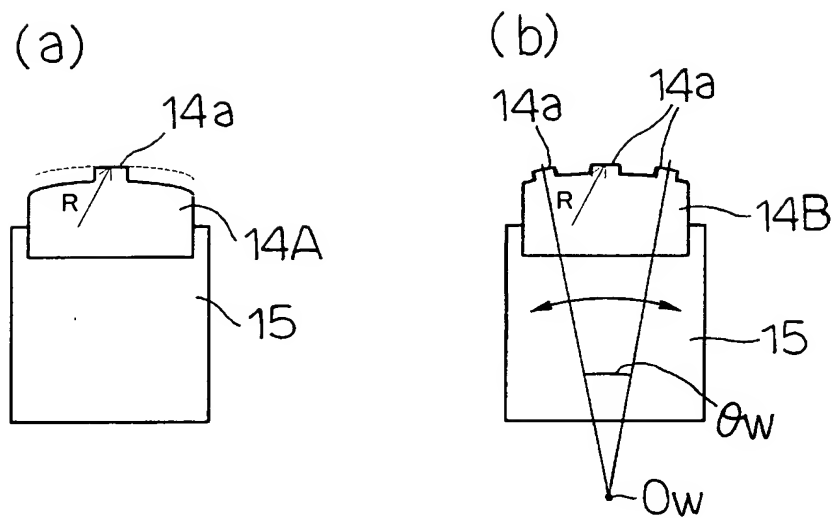
【図 8】



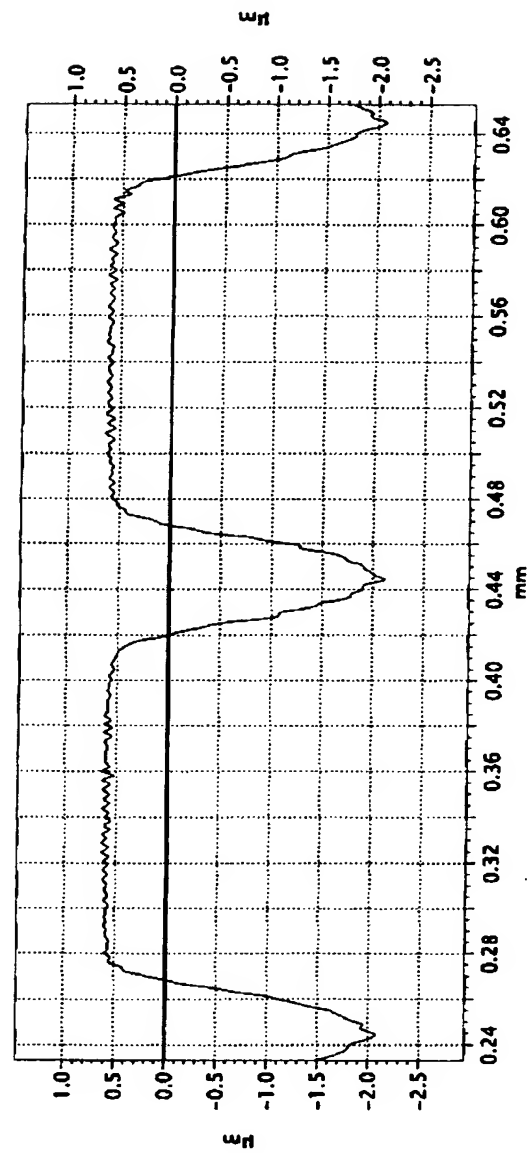
【図 9】



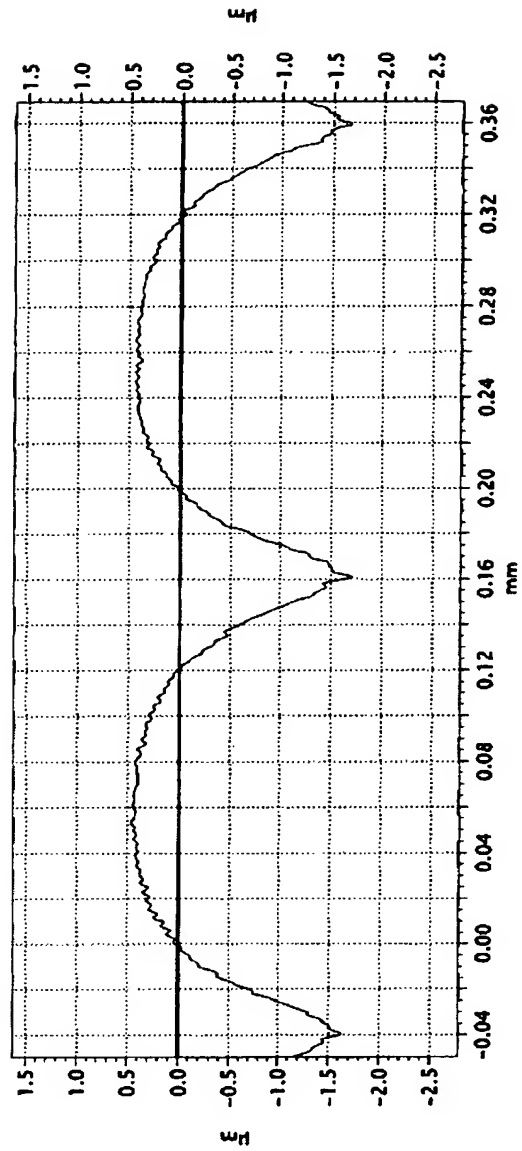
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 転動面に微細な凹凸を有する転動体では、凸部の角部を曲面状に成形することが難しいなどの問題点があった。

【解決手段】 回転軸 C に沿った中心断面上で輪郭が円弧状を成す転動面 2 を有する転動体であるディスク 1 に対し、転動面 2 に凹凸を形成するに際し、ディスク 1 を回転させると共に、工具 4 を転動面に沿うように移動させて、高低差が最終的に $3\ \mu\text{m}$ 以下の凹部 3 a と凸部 3 b を形成し、その後、ディスク 1 を回転させると共に、転動面 2 との接触面積が $2.5\ \text{mm}^2$ 以下である砥石 1 4 を、転動面に押付け且つ転動面 2 に沿って移動させて凸部 3 b を成形することにより、凸部 3 b の角部を曲面状にすることを実現し、トラクション特性及び耐久性能に優れたディスクを得ることができた。

【選択図】 図 2

【書類名】 手続補正書
【整理番号】 NM02-00752
【提出日】 平成15年 8月22日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2002-302842
【補正をする者】
 【識別番号】 000003997
 【氏名又は名称】 日産自動車株式会社
 【代表者】 カルロス ゴーン
【代理人】
 【識別番号】 100102141
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 的場 基憲
 【電話番号】 03-5840-7091

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 中山 達臣

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 太田 稔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 沼倉 稔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 斉藤 衛

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 渡辺 秀徳

【その他】 発明者「渡辺 秀徳」の記載忘失により行う補正。同日
、手続補足書で宣誓書を提出。

【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-302842
受付番号	50301387050
書類名	手続補正書
担当官	小野塚 芳雄 6590
作成日	平成15年10月 3日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

000003997

【住所又は居所】

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

【氏名又は名称】

日産自動車株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100102141

【住所又は居所】

東京都文京区本郷1-30-17 M・Rビル

3階 的場国際特許事務所

【氏名又は名称】

的場 基憲

特願 2 0 0 2 - 3 0 2 8 4 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
新規登録

住 所
氏 名

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地
日産自動車株式会社